

PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 2000-055994
(43)Date of publication of application : 25.02.2000

(51)Int.Cl.

G01R 33/02

(21)Application number : 10-218918

(71)Applicant : NIPPON TELEGR & TELEPH CORP <NTT>

(22)Date of filing : 03.08.1998

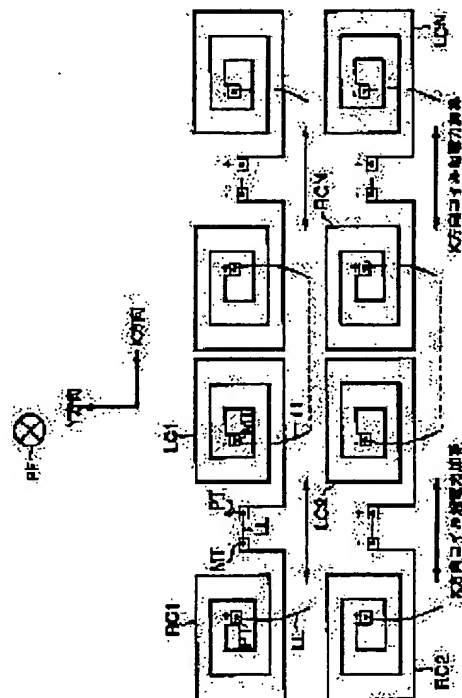
(72)Inventor : TSUJIMURA TAKESHI
SHIROGANE SHIGEJI
MATSUMOTO MICHITO

(54) MAGNETIC FIELD DETECTOR

(57)Abstract:

PROBLEM TO BE SOLVED: To provide a high performance, thin and light magnetic field detector for detecting very weak magnetic field less or equal to 1 mG.

SOLUTION: For a magnetic field detector detecting a magnetic field with one or more print coils RC1 to RCN and LC1 to LCN formed on a print board, the print coils RC1 to RCN and LC1 to LCN have the shape conduction patterns and terminal parts PT and MT at both ends of the print coils RC1 to RCN and LC1 to LCN. By directly connecting the print coils RC1 to RCN and LC1 to LCN with the terminal parts PT and MT and increasing and decreasing the direct connection number, magnetic field detection sensitivity is controlled.



LEGAL STATUS

[Date of request for examination] 18.10.2000

[Date of sending the examiner's decision of rejection]

[Kind of final disposal of application other than the examiner's decision of rejection or application converted registration]

[Date of final disposal for application]

[Patent number] 3401436

[Date of registration] 21.02.2003

[Number of appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of requesting appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of extinction of right]

BEST AVAILABLE COPY

(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開2000-55994

(P2000-55994A)

(43) 公開日 平成12年2月25日 (2000.2.25)

(51) Int.Cl.⁷

G 0 1 R 33/02

識別記号

F I

G 0 1 R 33/02

テーマコード* (参考)

B 2 G 0 1 7

審査請求 未請求 請求項の数 4 O L (全 9 頁)

(21) 出願番号 特願平10-218918

(22) 出願日 平成10年8月3日 (1998.8.3)

(71) 出願人 000004226

日本電信電話株式会社

東京都千代田区大手町二丁目3番1号

(72) 発明者 辻村 健

東京都新宿区西新宿三丁目19番2号 日本
電信電話株式会社内

(72) 発明者 白銀 成志

東京都新宿区西新宿三丁目19番2号 日本
電信電話株式会社内

(74) 代理人 100058479

弁理士 鈴江 武彦 (外2名)

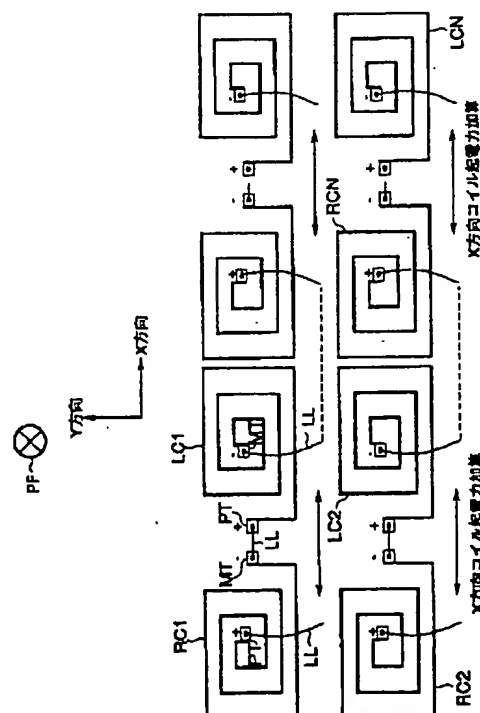
最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 磁界検知装置

(57) 【要約】

【課題】 本発明の課題は、1 mG以下の微弱磁界を検出するための高性能薄型軽量の磁界検知装置を提供することにある。

【解決手段】 本発明は、プリント基板に作製した1以上のプリントコイルRC1~RCNおよびLC1~LCNにより磁界を検知する磁界検知装置であって、該プリントコイルRC1~RCNおよびLC1~LCNは同一形状の導電パターンと、プリントコイルRC1~RCNおよびLC1~LCNの両端に端子部PT, MTとを有し、該端子部PT, MTにて該プリントコイルRC1~RCNおよびLC1~LCNを直列接続して直列接続数を増減し、磁界検知感度を調節する。



BEST AVAILABLE COPY

【特許請求の範囲】

【請求項 1】 プリント基板に作製した 1 以上のプリントコイルにより磁界を検知する装置であって、該プリントコイルは同一形状の導電パターンと、プリントコイルの両端に端子部とを有し、該端子部にて該プリントコイルを直列接続して直列接続数を増減し、磁界検知感度を調節することを特徴とする磁界検知装置。

【請求項 2】 プリント基板に作製した 1 以上のプリントコイルにより磁界を検知する装置であって、該プリントコイルは複数の縦長のコイルと横長のコイルから構成され、複数の縦長コイルを直列接続した回路 1 と複数の横長コイルを直列接続した回路 2 を組み合わせて構成されることを特徴とする磁界検知装置。

【請求項 3】 請求項 1 又は 2 記載の磁界検知装置において、該プリントコイルは両面基板に作製され、プリントコイル表面に絶縁層を構成して多数積層した該プリントコイルを直列接続したことを特徴とする磁界検知装置。

【請求項 4】 請求項 1、2 又は 3 記載の磁界検知装置において、該プリントコイルを直列接続した最終端の二端子部に起電力の増幅回路とフィルタ回路を作り込んだことを特徴とする磁界検知装置。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】 本発明は、予め磁界が形成されている場において、その磁界の強度を計測するための極薄型の磁界検知装置に関する。

【0002】

【従来の技術】 磁界を計測する手段としてはコイルを用いる方法が最も簡易である。1 mG 以下の微弱磁界を検出しようとするときコイルの巻数は 1000 ターン程度必要となる。従来の銅線を巻いて作る方法では、コイルの寸法・重量のため小型軽量化が困難であった。このほかの方法としてホール素子を用いる方法がある。これは半導体チップで作られているため極めて小型軽量である。しかし、通常 100 G 以上の比較的大きな磁束密度を測定範囲とするものであるため、1 mG 程度の信号を増幅して取り出そうとした場合 S/N 比が悪くなり、事実上計測不能である。

【0003】

【発明が解決しようとする課題】 本発明は上記の事情に鑑みてなされたもので、1 mG 以下の微弱磁界を検出するための高性能薄型軽量の磁界検知装置を提供することを目的とする。

【0004】

【課題を解決するための手段】 上記目的を達成するために本発明は、プリント基板に作製した 1 以上のプリントコイルにより磁界を検知する装置であって、該プリントコイルは同一形状の導電パターンと、プリントコイルの両端に端子部とを有し、該端子部にて該プリントコイル

を直列接続して直列接続数を増減し、磁界検知感度を調節することを特徴とするものである。

【0005】 また本発明は、プリント基板に作製した 1 以上のプリントコイルにより磁界を検知する装置であって、該プリントコイルは複数の縦長のコイルと横長のコイルから構成され、複数の縦長コイルを直列接続した回路 1 と複数の横長コイルを直列接続した回路 2 を組み合わせて構成されることを特徴とするものである。

【0006】 また本発明は、上記磁界検知装置において、該プリントコイルは両面基板に作製され、プリントコイル表面に絶縁層を構成して多数積層した該プリントコイルを直列接続したことを特徴とするものである。

【0007】 また本発明は、上記磁界検知装置において、該プリントコイルを直列接続した最終端の二端子部に起電力の増幅回路とフィルタ回路を作り込んだことを特徴とするものである。

【0008】 前記プリントコイルは、例えば電子回路の基板を作るときのプリント基板製作工程を応用して実現できる。プリント基板は一般に、例えばガラスエポキシなどの有機材料よりなる基材の上に銅などの導電性金属薄膜を張り付け、必要な回路パターンを残すようにエッチングを施して回路を製作する（サブトラクティブ法）。このパターンを螺旋状とすることによって巻線コイルと同等の磁気検出機能を持つ螺旋状回路のセンサデバイスができる。このデバイスはプリント基板の寸法と厚みであるので極めて薄型軽量の磁界検知装置が実現できる。この磁界検知装置を磁界中に置けば磁束密度の変化によって螺旋状回路に起電力が発生し、回路両端の電位差を計測することによって磁界の強さを測定できる。エッチングなどで製作した回路の幅は銅線と比較して非常に細い。磁界検知感度は螺旋状回路の巻数に比例するが同一面積内で巻数を多く取ることができるようになり、性能が格段に向上する。

【0009】

【発明の実施の形態】 以下図面を参照して本発明の実施の形態例を詳細に説明する。図 1 は、螺旋状回路を構成するプリントコイルと、その出力表示装置からなる薄型磁界検知装置の例を示す図である。例えばガラスエポキシなどの有機材料よりなる基材 2 の上に導体薄膜の螺旋状回路を構成するプリントコイル 1 がエッチングされており、プリントコイル 1 の両端の端子部 61、62 の電位差が結線 4 を介して電圧計 3 に表示されるようになっている。これを、たとえば交流磁界 5 中に置けば磁界強度に比例し磁界周期に一致する出力電圧が得られる。

【0010】 図 2 は磁界と磁界検知装置出力の関係を説明する図である。比較のため、磁界強度が 1 の場合を図 2 (a) に、その 2 倍の強度の場合を図 2 (b) に示す。図 2 (a1) のように磁界強度が周期 p の正弦波上に変化するとき、図 2 (a2) のようにプリントコイル 1 を通過する磁束 (ϕ) も同一周期で変化する。する

と、電磁誘導の効果によりファラデーの法則

$$V = -d\phi / dt$$

にしたがう起電力 V が図2(a3)のようにプリントコイル1中に発生する。ただし、 ϕ は磁束、 t は時間を表す。その結果図2(a4)のように磁界と同一周期の余弦波型の出力電圧変化が計測される。

【0011】磁界強度が2倍の場合(図2(b1))には同一周期で電圧振幅が2倍(図2(b4))の余弦波型の電圧変化が計測される。図2(b2)は同一周期で変化するプリントコイル1を通過する磁束(ϕ)、図2(b3)はプリントコイル1に発生する起電力 V である。したがって、電圧計3に表示される電圧の周期と振幅から磁界の周期と振幅を測定することができる。

【0012】磁界に変化が無い場合でも磁界検知装置自体が動く場合には、上記と同じ原理によって磁束の変化、ひいては磁界検知装置の移動の過程を測定することができる。

【0013】図3はプリントコイルの製作方法の例を説明する図であって、図3(b)は図3(a)のA-A'線断面を表す。基材2上にプリントコイル1のパターンをエッチングによって作製し、その後回路の絶縁と保護のため電極端子部61、62以外の部分をレジスト7で被覆する。この方式ではコイルの幅0.14mm、コイル間隔0.1mmの精度で製作できるので、たとえば50mm角のコア材上に巻数約100、コイル延長10m相当の極薄型コイルが実現できる。基材としてポリイミドなどを選択すればフレキシブルな回路を製作することもできる。

【0014】図3の例では1層のプリントコイルを示したが、図4は多層構造のプリントコイル構造の例を説明する図である。基材2の両面にそれぞれ螺旋状回路のプリントコイル1をエッチングによって作製し、その表面をレジスト7で被覆する。基材2両面のプリントコイル1の導通はスルーホール801を介して行い、対向するプリントコイル1の導通は接続導体802で行う。これを5枚張り合わせた形で10層の細径線コイルが完成する。このとき基材2の厚みは0.1mm、プリントコイル1の導体薄膜厚みは18ミクロン程度なので約1.3mmの厚みの中に10層のプリントコイルを作り込むことができる。

【0015】図5は、プリントコイルおよび増幅/フィルタ回路を構成する導体薄膜と、その出力表示装置からなる薄型磁界検知装置の例を示す図である。磁気シールドを施されていない一般の環境には、電気機器の発生する商用電源周波数50/60Hzを代表として多くの磁気雑音が存在する。必要な信号とこれらの雑音とを分別するためには、プリントコイル1から出力される信号をフィルタ回路9および増幅回路10でフィルタリング・増幅することが有効である。通常そのような回路はプリント基板上に作られるが、その作製工程はプリントコ

イル1のそれと同一であるためこれらを一体で設計し製作することにより製作作業の効率化と装置の小型化が可能になる。

【0016】図6は増幅/フィルタ回路の一例を示す図である。図において、OP1~OP12はオペアンプ、C1~C8はコンデンサ、R1~R29は抵抗、D1、D2はダイオード、Jは接続部、T1~T26は端子、Gは接地である。すなわち、オペアンプOP1~OP12、コンデンサC1~C8、抵抗R1~R29などの電気素子の定数を調整することによって所用のフィルタバンド幅や増幅率を持つ増幅/フィルタ回路を実現できる。

【0017】図7は本発明磁界検知装置の出力の実験例を示すグラフであって、(a)は増幅/フィルタ回路がない場合、(b)は増幅/フィルタ回路がある場合である。いずれも220Hzの交流磁界を検出しているが、

(a)は高周波のノイズが乗っている上に出力電圧も低いのに対し、(b)は増幅/フィルタ回路の効果できれいな正弦波状の高出力の電圧が得られている。この例では、磁束密度1mGのとき出力電圧が1.5Vとなるよう設定しており、グラフより1mG以下のレベルでも良好な精度を持っていることが確認できる。

【0018】図8は本発明磁界検知装置を地中掘削ロボットの位置計測の自動化、無人化に応用した例を示す図である。図において、81はエースモール、82は送信コイル、83はエースモール制御盤、84はマトリクスシートセンサ、85は受信コイル、86はシートセンサ接続装置、87は測定装置、82'は測定送信コイル、85'は測定受信コイルである。エースモール81と呼ばれる地中ロボットは地下数メートルの深さを数百メートルの長さにとわって掘削するがこの位置をリアルタイムで精度よく遠隔的に測定する必要がある。この例ではエースモール81の内部に送信コイル82を搭載し予め決めた周波数の磁界を発生させる。地上には本発明磁界検知装置からなる受信コイル85を埋め込んだ薄型のマトリクスシートセンサ84を設置し目的とする周波数成分の磁界を検出してシートセンサ接続装置86に取り込みその強度からエースモール81の水平位置・深度を推定する。また、その情報をエースモール制御盤83に入力することによりエースモール81の自動制御に活用できる。本発明磁界検知装置を受信コイル85に採用することによりマトリクスシートセンサ84の薄型化が実現でき、道路下を掘削するような場合でも交通の障害や測定者の危険を伴うことなく計測作業を遂行できる。

【0019】図9は同一形状の導電パターンで構成したマイクロプリントコイルを直列接続する概念図である。図において、RC1、RC2は右巻きのマイクロプリントコイル、LC1、LC2は左巻きのマイクロプリントコイル、PTは起電力が正極の端子部、MTは起電力が負極の端子部、LLはリード線、PFは例えば磁束の増

加する方向である。すなわち、コイルRC1の負極の端子部MTとコイルLC1の正極の端子部PTをリード線LLで接続し、またコイルRC2の負極の端子部MTとコイルLC2の正極の端子部PTをリード線LLで接続して、コイルの接続方向をX方向もしくはY方向に配置することにより、X方向もしくはY方向のコイルの起電力を任意に増加することができる。なお、マイクロプリントコイルは螺旋型またはメアング型でも可能である。

【0020】図10はX方向に偏平なマイクロプリントコイルを直列接続した例であり、X方向に変化する磁束による起電力感度が、Y方向起電力感度よりも高いので、方向性のある磁界の検出装置として優れた特性を有する。本例では2個のコイルRC1とLC1、およびRC2とLC2を直列接続しているが、リード線LLを使用して3個、4個……と接続して起電力感度(起電力合計値)を増加することが可能である。

【0021】すなわち、プリント基板に作製した1以上のプリントコイルRC1~RCNおよびLC1~LCNにより磁界を検知する磁界検知装置であって、該プリントコイルRC1~RCNおよびLC1~LCNは同一形状の導電パターンと、プリントコイルRC1~RCNおよびLC1~LCNの両端に端子部PT、MTとを有し、該端子部PT、MTにて該プリントコイルRC1~RCNおよびLC1~LCNを直列接続して直列接続数を増減し、磁界検知感度を調節する。なお、該プリントコイルRC1~RCNおよびLC1~LCNを直列接続した最終端の二端子部PT、MTに起電力の増幅回路とフィルタ回路を作り込んでもよい。

【0022】図11はX方向の磁束変化に感度が高くなるようにプリントコイルを組み合わせた回路A、およびY方向の磁束変化に感度の高くなるようにプリントコイルを組み合わせた回路Bである。前記回路Aおよび回路Bを同一基板上に沢山作り込むことで感度の調整が自在にでき、また、回路Aと回路Bを基板上に分散配置することで様々な場所のX方向とY方向の磁束の変化を検知できる。

【0023】すなわち、プリント基板に作製した1以上のプリントコイルRC1~RCNおよびLC1~LCNにより磁界を検知する磁界検知装置であって、該プリントコイルRC1~RCNおよびLC1~LCNは複数の横長のコイルRC1、RC2、LC1、LC2と縦長のコイルRC3、RC4、LC3、LC4から構成され、複数の横長コイルRC1とLC1、およびRC2とLC2をそれぞれ直列接続した回路Aと複数の縦長コイルLC3とRC3、およびLC4とRC4をそれぞれを直列接続した回路Bを組み合わせて構成される。なお、該プリントコイルRC1~RCNおよびLC1~LCNを直列接続した最終端の二端子部PT、MTに起電力の増幅回路とフィルタ回路を作り込んでもよい。

【0024】図12は両面プリント基板PCにプリントコイルRC1~RCNおよびLC1~LCNを作製する例であり、プリントコイルRC1~RCNおよびLC1~LCN面を絶縁して積み重ね、リード線LLまたはスルーホールTHでプリントコイルRC1~RCNおよびLC1~LCNを直列接続することで感度調整が自在で高感度の磁界検知装置が実現できる。

【0025】すなわち、図10又は図11の磁界検知装置の構成として、プリントコイルRC1~RCNおよびLC1~LCNを両面プリント基板PCに作製し、プリントコイルRC1~RCNおよびLC1~LCNの表面に絶縁層を構成して多数積層した該プリントコイルRC1~RCNおよびLC1~LCNを直列接続する。なお、該プリントコイルRC1~RCNおよびLC1~LCNを直列接続した最終端の二端子部PT、MTに起電力の増幅回路とフィルタ回路を作り込んでもよい。

【0026】

【発明の効果】以上説明したように、本発明の磁界検知装置によれば、1mG以下の微弱磁界を検出するための高性能薄型軽量の磁束密度計測装置が実現可能になる。特に、磁束密度計測装置の設置スペースが限られているような場所での測定には有効である。

【図面の簡単な説明】

【図1】本発明に係る薄型磁界検知装置の一例を示す構成説明図である。

【図2】本発明に係る磁界検知装置の磁界と出力の関係の一例を示す波形図である。

【図3】本発明に係るプリントコイルの製作方法の例を説明する平面図および断面図である。

【図4】本発明に係るプリントコイルを多層プリント基板で製作する場合の例を説明するための断面図である。

【図5】本発明に係る薄型磁界検知装置の他の例を示す構成説明図である。

【図6】本発明に係る増幅/フィルタ回路の一例を示す回路図である。

【図7】本発明に係る磁界検知装置の出力の実験例を示すグラフである。

【図8】本発明に係る磁界検知装置を地中掘削ロボットの位置計測の自動化・無人化に応用した例を示す説明図である。

【図9】本発明に係る磁界検知装置の第1のプリントコイル接続例を示す構成説明図である。

【図10】本発明に係る磁界検知装置の第2のプリントコイル接続例を示す構成説明図である。

【図11】本発明に係る磁界検知装置の第3のプリントコイル接続例を示す構成説明図である。

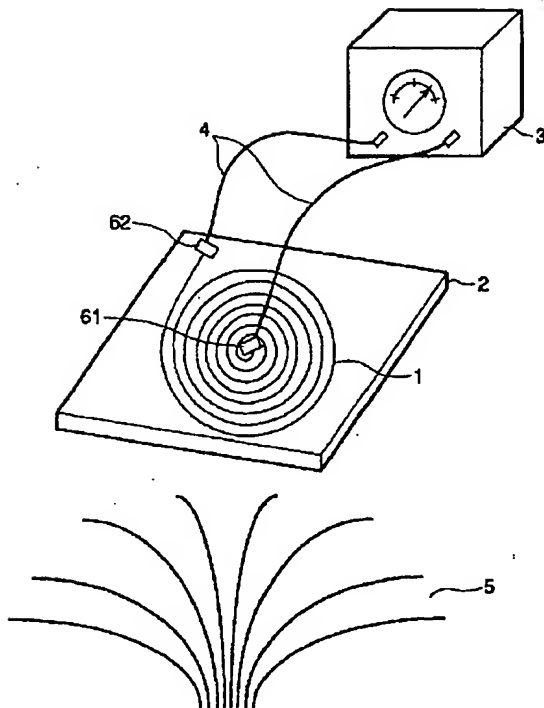
【図12】本発明に係る磁界検知装置の第4のプリントコイル接続例を示す構成説明図である。

【符号の説明】

1 プリントコイル

- 2 基材
 3 電圧計
 4 結線
 5 交流磁界
 61 端子部
 62 端子部
 7 レジスト
 801 スルーホール

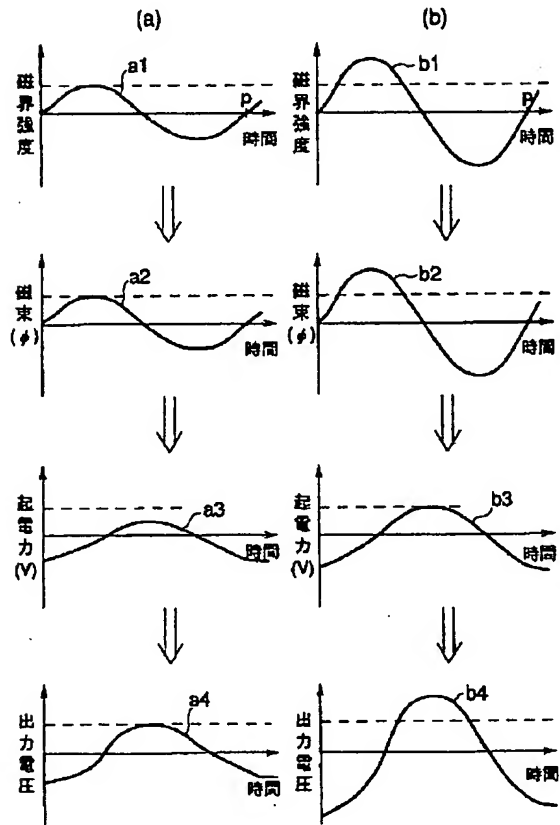
【図1】



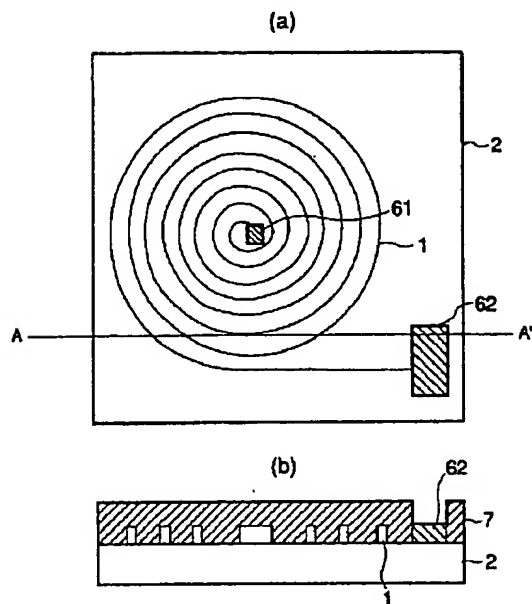
1: プリントコイル 2: 基材 3: 電圧計 4: 結線、
 5: 交流磁界 61: 端子部 62: 端子部

- 802 接続導体
 9 フィルタ回路
 10 増幅回路
 RC1~RCN, LC1~LCN プリントコイル
 PT 起電力が正極の端子部
 MT 起電力が負極の端子部
 LL リード線
 PF 例えば磁束の増加する方向

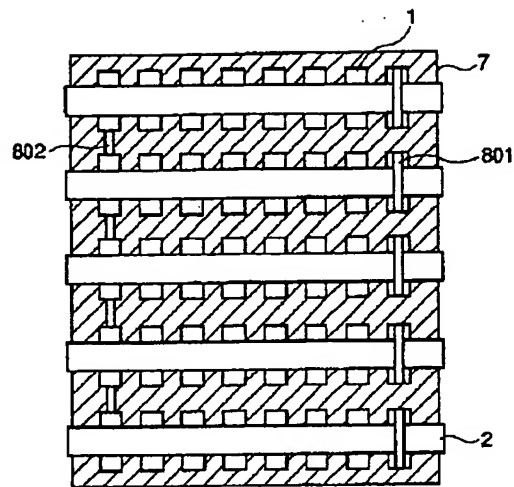
【図2】



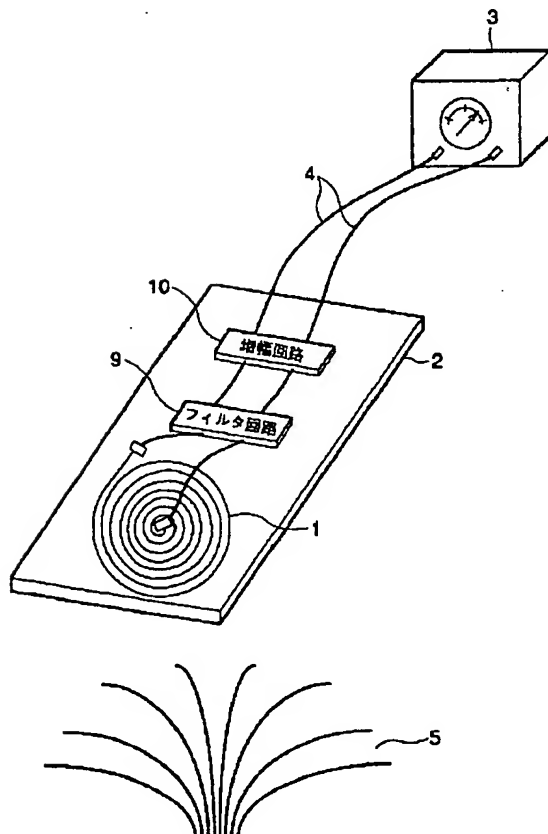
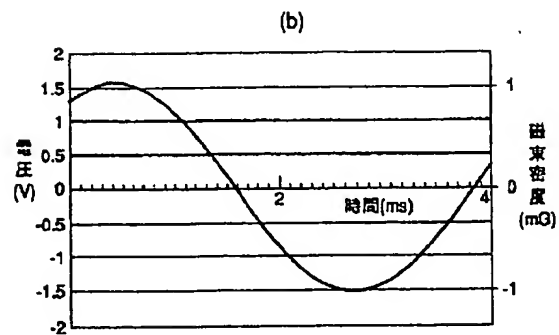
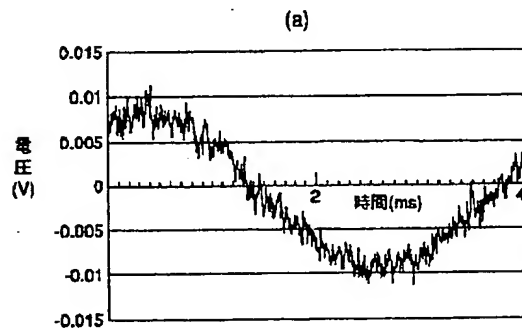
【図 3】



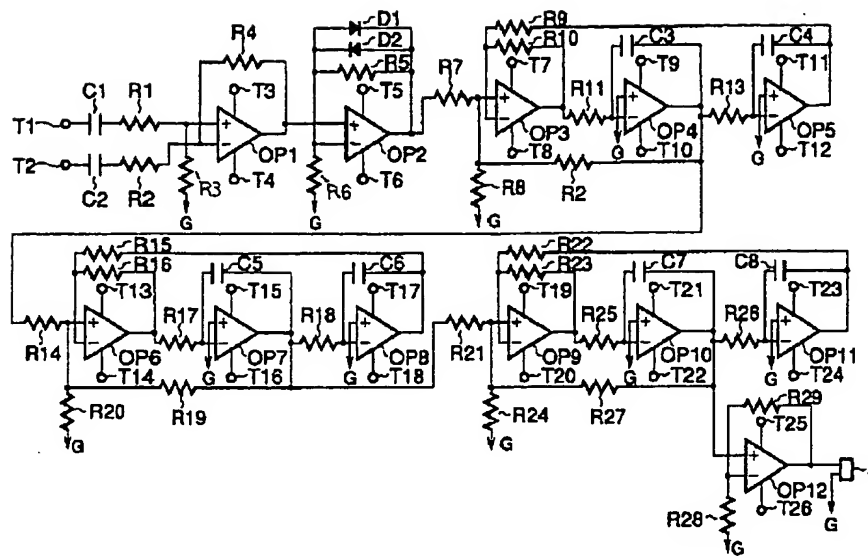
【図 4】



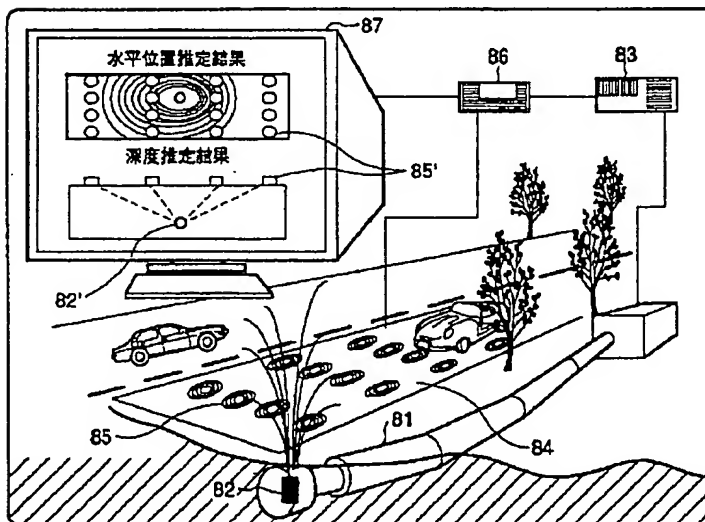
【図 7】



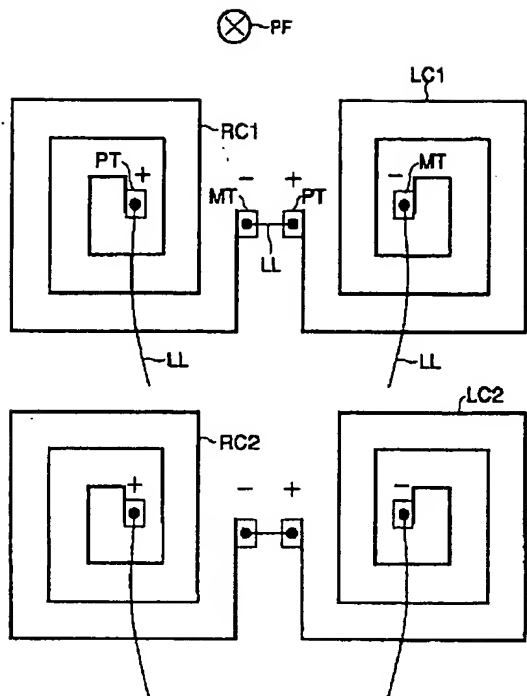
【図 6】



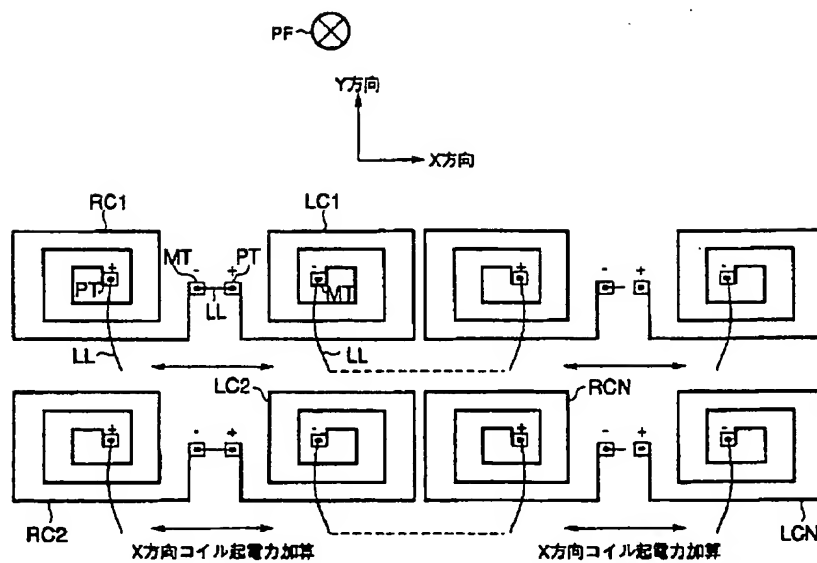
【図 8】



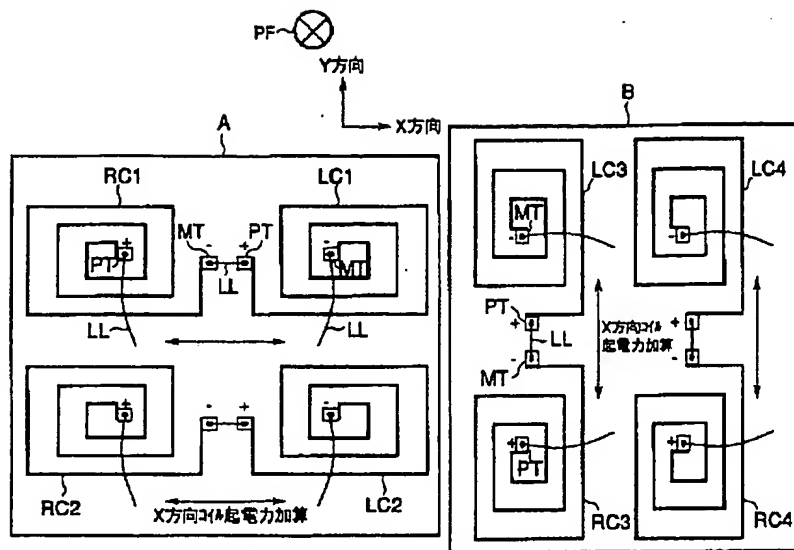
【図9】



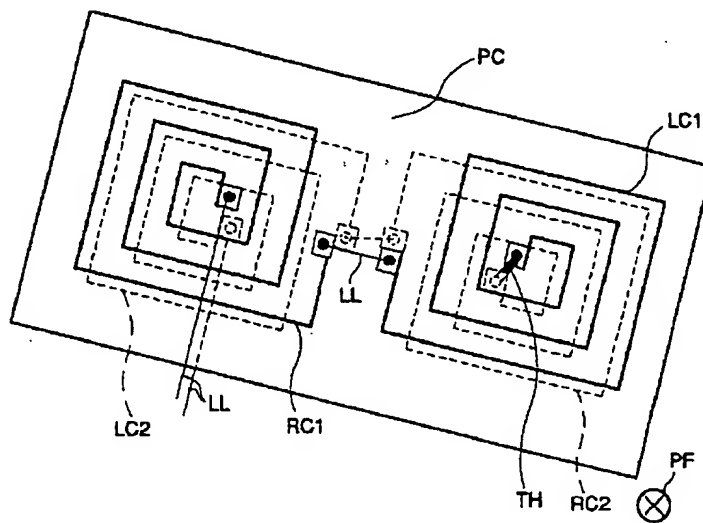
【図10】



【図11】



【図12】



フロントページの続き

(72)発明者 松本 三千人

東京都新宿区西新宿三丁目19番2号 日本
電信電話株式会社内

Fターム(参考) 2G017 AA01 AB04 AD04 AD53